

## 1990年(第6回)日本国際賞受賞者

### 地球科学分野 共同受賞

受賞対象業績:

「プレートテクトニクスの創始とその発展に対する貢献」

## 1990 Japan Prize Laureates

### Earth Science (Joint Award)

Initiation of the theory of plate tectonics and contributions to its development



### ウィリアム・ジェイソン・モーガン博士 (アメリカ合衆国)

プリンストン大学教授 1935年生まれ。

博士は、地球表面を約20個のプレートに分割し、それらのプレートの運動の解析を試みて、プレートの相対的運動からプレートが剛体的に地球表面に沿って回転運動していることを明らかにし、プレートの絶対的運動を決定した。この研究により、海嶺、沈み込み帯、トランスフォーム断層等がプレートの運動によって統一的に説明されることが示され、プレートの考えの重要性が広く認識され、この考えに基づく研究が、その後爆発的に発展するきっかけとなった。

### Dr. William Jason Morgan (U.S.A.)

Professor at Princeton University.

Born in 1935.

Dr. Morgan began his revolutionary work by dividing Earth's outer shell into some 20 plates, analyzing their movements as rigid, rotating segments of the shell, and measuring absolute velocities of plate motion. Mid-oceanic ridges, subduction zones and transform faults all came to be interpreted as results of the movements of these plates. The great significance of Dr. Morgan's theory became widely recognized and his work subsequently triggered numerous studies in a variety of fields.

# プレートテクトニクスから地球ダイナクスへ

William Jason Morgan

プレートテクトニクスという新しい科学は、大陸移動説を定量化しました。今では、海底地磁気の縞状異常の幅から中央海嶺での海底拡大速度を求め、それに基づいて、海溝でのプレートの収束速度やトランスフォーム（水平ずれ）断層でのずれ運動を予言することができます。プレートテクトニクスで最も重要な仮定は、「プレートが完全に剛体であって、内部変形をしない」ということです。だからこの理論では、“すべての”テクトニックな（構造的な）活動はプレート境界で起こると仮定されています。幅1万kmにも達する北米プレートや太平洋プレートを見ても、その変形は年に1cm程度しかありませんが、プレート境界をはさむ幅約100kmの領域では、年に5~10cmも変形するのです。つまり、ほとんどの活動はプレート境界で起こることになります。ただし、“すべての”と申しましたが、実際は80~90%のことです。プレート内にも、地震とかリフト（割れ目）的な地形（たとえば米国のベーズン・アンド・レインジ地域、東アフリカ・リフト、背弧拡大軸など）は存在します。しかし、プレート境界での地震の数や大きさ、リフティングや造山活動に比べれば、2次的（10%程度）なものにすぎないわけです。

プレートテクトニクスによると、いくつかの現象について明確な予言をすることができます。だからプレートテクトニクスは“検証可能”です。異なる海嶺をまたいだループから計算されるプレート運動は一致するでしょうか？ 予言されたプレート間相対運動は、プレート境界での地震の初動分布をうまく説明できるでしょうか？ ホットスポット起源とされる島々の配列方向は、理論から予言される方向と一致するでしょうか？ プレート

テクトニクスによるモデルは、80~90%のレベルでは、これらのテストに合格したのです。また、「硬くて一体となって運動する厚さ100~200kmの表層殻」という概念からは、テクトニクスのさまざまな側面を説明する定量的なモデルが生まれました。たとえば、海洋底の熱流量についてのモデル、さらには、それに基づく海底年齢と水深の関係、また、沈み込む海洋プレート・スラブの厚さや熱構造のモデルなどです。中央海嶺でのリフティング過程についてのモデルの境界条件も、このようなプレート概念から生まれました。多くの定量的な“法則”も発見されました。たとえば、沈み込み帯の傾角とプレートの収束速度の関係、海溝での沈み込みを起こす負の浮力をもった海洋プレートの“年齢”(>40m. Y.), 沈み込むスラブで起こる地震のパターンなどです。プレート理論は、過去の大陸や海洋の配置を復元するのにも利用され、過去の海洋の大きさや形は、当時の海流やそれが気候に与えた影響などを計算するのに使われました。そして、リフト（海嶺）や海溝といった大地形についての理解が進むとともに、ホットスポットのようなより微妙な地形も研究されるようになりました。

私たちは今や“剛体プレート”を乗り越えて、次のステップへと進むスタートラインに立っています。最新の技術によれば、プレート間の距離を約1cmの精度で測ることができます。だから、10年も経てば年に1mmという変形も検知できるようになるでしょう。VLBI（電波望遠鏡と電波星を使った超長基線干渉計）、SLR（衛星からのレーザーパルス反射を使ったもの）、GPS（航海衛星からの信号をスーツケースぐらいの大きさの受信機で受け取る方法）などの“宇宙測地法”は、い

ずれもこの1 cm級の精度をもっています。これらの技術から、今後の数年間に私たちは何を学びとるのでしょか？ プレートはどのくらい変形するのでしょうか？ それにはパターンがあるのでしょうか？ そのパターンはプレート内地震と関係があるのでしょうか？ たとえば、15年前にサイクスとスパー博士は、米国北東部の地殻内の応力がきわめて一様なパターンをもつことを示しました。微小地震、孔内測定、そのほかのin situ法（現場での測定法）による結果は、すべて最大圧縮軸が北東-南西向きであることを示しています。彼らは、これはプレート全体に働く広域的な応力のせいだと主張しました。では、北東-南西方向の短縮が測れるのでしょうか？ 北米東部は概して地震活動の少ない地域ですが、それでも地震がいくらか集中している領域が2つあります。ポストン-オタワ・ゾーンとカロライナー-オザークス・ゾーンです。これら2つのゾーンは、中生代に北米プレートがホットスポットの上を通ったところです。ホットスポットがこれらのゾーンのプレート強度を弱くしたのでしょうか？ 実測によって、これらのゾーンを境に変形が集中していて、そのために地震が起きるのだということを示すことができるのでしょうか？ 現在のプレート運動は、後氷期の地殻上昇の影響を受けているのでしょうか？ 私たちのモデルによれば、それによって現在mm/年程度の水平運動が期待されていますが、実測のほうはどうでしょうか？ スカンディナヴィアやハドソン湾では最近氷がとけていますが、はたして、それによってプレートが水平方向に短縮し、その影響でノルウェーとグリーンランドの間の

大西洋中央海嶺では、長期的な平均よりも速く海底が拡大しているのでしょうか？ 太平洋プレートは、アリューシャンやニューギニアでの沈み込みによって引っ張られ、南北に引き延ばされているのでしょうか？ プレートの引き延ばしの観測からプレートの底に働く応力を推定し、キネマチックな（静力学的な）運動記述にダイナミクス（動力学）を加味することができるのでしょうか？ さらに、現在のプレートテクトニクスの議論に取り込まれていない多くの小プレートも明らかになるでしょう。中国大陸を形成する多く独立なブロックの運動が測ってみると、そこにはなにかパターンがあり、統一的なモデルを作れるかもしれません。インドネシアにはなぜ屈曲した島弧が多いのでしょうか？ インドネシアの変形の様子を調べるとその理由がわかるのでしょうか？

VLBIなどの技術によって、私たちは、プレート境界での詳しい変形の様子を調べることもできます。なかでも山脈の隆起速度は特に興味深いテーマです。山脈の隆起は侵食速度に密接に関係しているのでしょうか？ 私たちは、多くの大山脈でのプレートの収束速度は知っているつもりですが、台湾やチベットのような衝突ゾーンでは、それはどういうふうに隆起と短縮に分配されるのでしょうか？ 活動的なリフトでの変形を調べれば、リフティング過程について何がわかるのでしょうか？ かつて海底（地磁気）異常探査技術の進歩がプレートテクトニクス時代をもたらしたように、これらの新技術によって、地球研究の新しい夜明けが始まりつつあるのです。

1990年(第6回)日本国際賞受賞者

地球科学分野 共同受賞

受賞対象業績:

「プレートテクトニクスの創始とその発展に対する貢献」

1990 Japan Prize Laureates

Earth Science (Joint Award)

Initiation of the theory of plate tectonics and contributions to its development



ダン・ピーター・マッケンジー博士  
(イギリス)

Dr. Dan Peter McKenzie  
(U.K.)

ケンブリッジ大学教授 1942年生まれ。

博士は環太平洋地域の地震の発震機構の解析を行い、北米大陸が東アジアに対して太平洋の海底が1枚の板として回転運動していることを明瞭に示した。また、モーガン博士とともに3つのプレートが会合する三重点の幾何学的解析を行って、その後のプレート運動の原動力の解明の研究への道を開いた。さらに博士は、石油や天然ガス資源の成因に重要な大規模な堆積盆地の形成が、プレートの運動により地殻が薄くなり沈降するためであるという画期的なモデルを提唱した。

Professor at Cambridge University. Born in 1942.

Dr. McKenzie has analyzed earthquake systems in the circum-Pacific region and has demonstrated independently that the floor of the Pacific Ocean moves as a single plate, rotating against North America and East Asia. In collaboration with Dr. Morgan, Dr. McKenzie has also carried out a geometrical analysis of triple junctions where three plates meet. This work has contributed greatly to understanding the relative motion of plates and the energetics of plate movements. He has also proposed the highly original model that large sedimentary basins, important in the formation of oil and natural gas deposits, are formed by thinning of the crust due to plate motion.

# プレート境界下での溶融

Dan Peter McKenzie

皆さんのようにプレート境界のそばに住む人々は、地震や火山が同じ地域で起こることを知っています。ここ日本では、地震の足下の太平洋プレートの運動によって起こり、詳しいことはよくわからないにせよ、溶融（マグマ生成）もおなじプレート運動によって起こるものと信じられています。目には見えませんが、溶融はプレートが分かれていく境界つまり中央海嶺でも起こっています。事実、すべての海洋底は、海嶺軸で生成された溶融物（メルト）が固まってできた厚さ約7kmの地殻で覆われています。海底の年齢を決めるのに使う地磁気異常は、この火山性の地殻が生成時の地磁気の方向に磁化されたことによって生じたものです。日本のようにプレートが破壊される島弧の下では、年間約1km<sup>3</sup>のメルトが生産されるのに対して、海嶺では年間約20km<sup>3</sup>が生産されています。海嶺が海底にあるため、それによる被害がほとんどないのは幸運というべきでしょう。海嶺が海上に顔を出している数少ない場所、たとえばアイスランドのようなところでは、大量の高温低粘性の溶岩が住民にとって大変な問題となっています。

プレートテクトニクス以前には、地質学者たちは、海嶺でこのように大量のメルトが生産されるのは、海嶺がマンテル深くの対流渦の上昇部の上にあるためだと考えていました。海底からの熱流量が海嶺付近で高いこと、また海嶺が地形的な高まりであることも対流の結果であるとされていました。今でも、地質学の教科書には、海嶺の下にマンテル対流の上昇部を描いた図が載っていることもあります。私は大学院生の頃、そのような図を見て、海嶺は移動するのにマンテル対流の上昇部がどうしていつもその下にいられるのか不思議

に思いました。たとえばアフリカはいくつかの海嶺によって取り囲まれています、それらの海嶺は互いに遠ざからなければなりません。しかし、その場合、大西洋中央海嶺下の対流渦は、5000kmも離れたインド洋海嶺下の対流渦から、海嶺同士が離れるのとちょうど同じスピードで離れることができるのでしょうか？ 1965年、ケンブリッジ大学の院生だった私はこの問題を、ウイルソン (Tuzo Wilson) にもちかけた記憶があります (当時の彼は、後でプレートテクトニクス全体にとって中心的重要性を持つことになったトランスフォーム断層のアイデアと取り組んでいました)。私たちには、この問題をどう解決したらいいかわかりませんでした。現在では、海嶺はマンテル対流渦の上昇部を表すものではなく、単にプレートが離れていくところだと思っています。プレート下のマンテル物質は、プレートとプレートのすき間を受動的に登ってくるのです。こう考えれば、アフリカを取り巻き、互いに離れていく多くの海嶺を簡単に理解することができます。

ウイルソンはこの考えについては論じましたが、それが意味するところは詳しくは研究しませんでした。そのような研究は、私、ルピション、スクラター (John Sclater)、パーソンズ (Barry Parsons) たちがしました。海嶺の地形や熱流量がプレート年代によってどう変わるかについて、計算と実際を注意深く比較したのです。その結果、理論からの予言と観測が見事に一致することがわかりました。この一致は、海嶺がまさに受動的なマンテル上昇によって作られることを意味します。海洋底の大地形に関するこの説明は、プレートテクトニクスのもたらした大成功の1つだと思います。それは私がダーウィンの「ビー

『グル号航海記』を呼んだ少年時代以来の謎の1つを解決したのです。この本は地球に興味をもつ人の必読書です。それは、かつて地質学を学んだ最高の科学者の目で見たすばらしい自然観だからです。しかしその中で私が最も不思議に思ったのは、彼の珊瑚礁についての説明でした。ダーウィンは、珊瑚礁は火山島が沈むにつれて珊瑚が上向きに成長して生まれた、としました。この考えは、すべての観察事実を見事に説明しましたが、私にわからなかったのは、いったいなぜすべての海洋火山が沈むのか、ということでした。そのため水はどこからくるのでしょうか？ 仮に未知の水源があったとしても、どうして陸地を浸水することなしに、海だけを深くすることができたのでしょうか？ ダーウィンは、ある地域の海底は沈降し、別な地域の海底は上昇しているのだろう、と言いました。しかし、彼の地図をみると、太平洋やインド洋の広大な地域が沈降を示しており、上昇しているのは海洋の端の部分にすぎないのです。プレートテクトニクスは、今やこの謎の答えを明確に教えてくれます。すべての海底は海嶺で生まれ、年とともに冷却され沈降します。この沈降は、海底が日本のような島弧の下へ沈み込み、マントルに戻っていくまで続きます。つまり、すべての火山島は、まわりの海底とともに沈降するのです。このプロセスでは、海洋の平均水深が増大する必要はありません。沈降は海底のもつ一般的な性質であり、ダーウィンの珊瑚礁はその1つの現われなのです。こうしたアイデアはすべて地質学者に広く受け入れられ、最近の学部レベルの講義にも必ず入っています。プレートテクトニクスでは、もうあまり新しいことはなさそうに見えたので、私の研究上の興味は、プレートテク

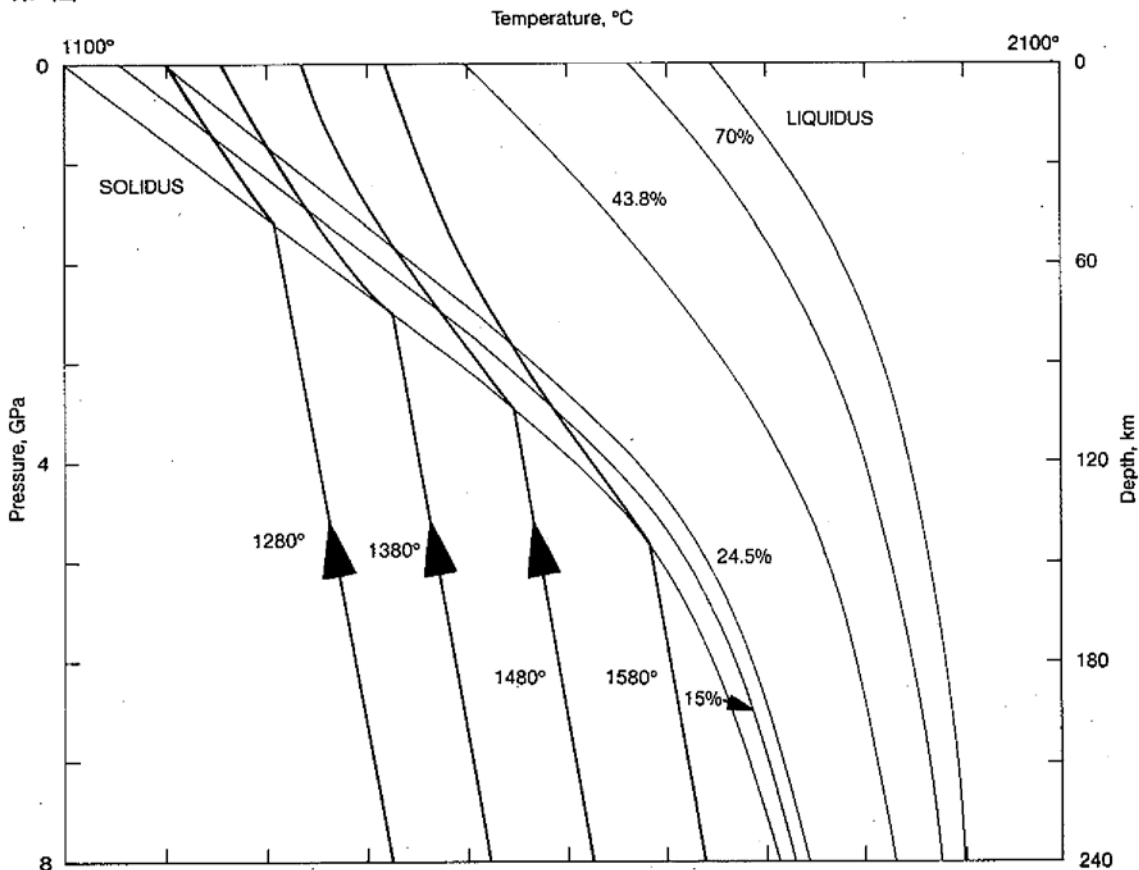
トニクスからマントル対流へと変わっていききました。しかし、私は海嶺下での溶融過程がよくわかっていないこと、したがって海底地殻を作るメルトがどうして生まれるかについての明快な物理学ないことがいつも気になっていました。私はマントル対流渦の進化の手がかりとして、火山島で噴出したメルトの成分を利用したいと思いました。しかし、いかにしてそれらのメルトが生まれ、まわりの結晶質残渣から分離したかがわからないのが難点でした。しかし7年ほど前、それを理解するには、海嶺での溶融現象、つまりメルト生成を理解するのが先決だと思うようになったのです。火山島下の溶融現象は、海嶺下でのそれよりも複雑だろうと考えたからです。島弧下での溶融もなかなか難題でした。元来は物理学者なので、私はまずメルトと残りの結晶の運動を規制する方程式群を求めるところから出発すべきだと考えました。求めた方程式群はかなり複雑でしたが、非常に有用なものでした。方程式を解いて分かったのですが、メルトが残渣から分離するのは驚くほど容易なのです。5%の溶融成分があれば、厚さ50 kmもの溶融域が数百万年で作られてしまいます。ある種の火山性メルトは、溶融成分がわずか0.1%でも分離できます。これらの結果は、私だけでなく多くの人々を驚かせたようでしたが、実はそれには及ばなかったのです。ガスト (Gast) とケイ (Robert Kay) の2人の地球科学者が、すでに、メルトの成分から、溶融成分がわずか0.5%でもメルトが分離できることを主張していたからです。

私は次に、これらの方程式が海嶺でのメルト生成の説明に利用できないかと考えました。しかしそれにはいくつか心配な面もありました。著名な多くの火成岩岩石学者たちがこの

問題と取り組んでおり、しかも互いに意見が一致せず、しばしば公の場ですら激論をたたかわせてきたのを知っていたからです。私が初めて溶融に取り組んだときには、私はほとんど火成岩岩石学を知らませんでした。そこで、ケンブリッジ大学の本職の岩石学者ビッケル (Mike Bickle) を説得して共同研究を始めたのですが、それはとてもよい結果になりました。彼は、私があらぬ方向に向かうのを何回もとどめてくれたからです。私たちはま

ず、海底の沈降や熱流量分布を見事に説明した受動的な海嶺モデルでは、どのような成分のメルトがどのくらい生成されるべきかを当たってみました。海嶺下で溶融が起こるのは、溶融温度が圧力によって変わるからです。プレート下の固体マントルが十分に高温であれば、それが分かれていく2つのプレートのすき間に上昇してくると溶融を始めます。(第1図)。驚いたことに、このような計算は誰もしたことがないようでした。しかし始めてみる

第1図



固体のマントル物質が矢印で示した線に沿って上昇してくると、ソリダスにぶつかり、溶融する。ソリダスとリキダスとの間の線には、溶融度 (%) を示してある。生成されるメルトの総量は初期温度による。

と、それがなぜだかがわかりました。予想したよりも難問だったのです。しかし私たちは困難を切り抜けるうまい方法を考え出しました。もう一つ驚いたのは、解釈については議論沸騰なのに、ほとんどすべての溶融実験の結果がきわめてよく一致していることでした。私たちの簡単な計算によると、ちょうどよい成分のメルト（第1表）が、ちょうどよい量だけできることがすぐにわかりました。しかし、私たちのこのような考え方に対する否定論をすべて理解し、それらが不当であることを示さなければなりません。私はほんのわずかな岩石学の知識をもって出発したのですが、この過程でなかなかの大家になってしまいました！ おかげで、今のところ私のまったく知らない議論を仕掛けられたことはありませんし、これからもまあ大丈夫でしょう。

最近3カ月、オニオンズ (Keith O'Nions) と私は、「インバース理論」というやや複雑な数学的方法によって、微量元素、特に希土類元素の溶融現象を調べています。私たちは、希土類元素を用いると、海嶺下での溶融度を深さの関数として求めることができ、それによって生産されるメルトの量と成分を計算できることを示しました。第1表はその結果ですが、観測値とも、またマイクと私が前に行なった計算ともよく一致しています。希土類元素のよいところは、その挙動が予測できる

点で、物理学者が地質過程を研究するのに適しているのです。つまり、主要元素の挙動がよくわからない状況下での、溶融現象を調べるのに役立つのです。私たちは、希土類元素を用いて、地球史の前半に生成されたコマチアイトと呼ぶ稀にしか見られないマグネシウムに富んだメルトが、マンツルのほぼ全溶融の産物であること、また、アルカリや炭酸塩に富むメルトは、ザクロ石に富むマンツルがわずかに0.1%溶融して分離したものであることを示しました。私たちの足元で生まれているメルトは、全ての大陸性の頁岩（けつがん）と同じく、各閃石（かくせんせき）の存在する状況の下で溶融していることを示しています。キースと私はいま、月、火星、小惑星からのメルトを調べようとしています。プレートテクトニクスの簡単なモデルを使って、地球科学での大きな新分野が開けていくように思えます。

ヘス (Harry Hess) が亡くなる前に、プレートテクトニクスの成功について話し合ったことを思い出します。彼は、「地球科学の主要な問題は解決してしまったので、これからは退屈で細かいことばかりやることになるだろう」と言って寂しそうでした。彼の死後しばらくは私もそう感じていました。新理論（プレートテクトニクス）によって何がわかり、何がわからないかを確かめなければなりません。新理論はきわめてよくできていた

第1表

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
平均的海底地殻	51.1	0.60	16.6	7.2	9.2	12.8	2.3	0.12
溶融モデルからの計算値	50.93	1.03	15.33	7.90	10.61	11.36	2.16	0.27
希土類からの計算値	50.48	1.23	15.40	8.27	10.76	11.29	2.30	0.27



ので、そのころの研究からはあまり新しいアイデアは生まれませんでした。しかし、新理論は、「簡単なアイデアによって、地球の振る舞いを驚くほどうまく記述することができるのだ」という信念を与えてくれました。いま私たちの前には新しいアイデアを必要とする問題があります。しかし、そのプロセスを的確にモデル化し、そこで何が起きているかを正確に理解することができるはずで、このことはより大きな自信を持って言えるのです。確かに、プレートテクトニクスの発見に続いたような大きな変化は期待できないでしょう。いま地球科学に入ってくる若い有能な地質学者や物理学者は、今世紀前半に大陸移動説をめぐって極端な争いを演じた人々ほどはドグ

マティックではないし、科学者としてもより優秀だということもその理由の1つです。しかしヘスとは違って私は、なにかエキサイティングな分野で研究をしたいと志す人にとって、現在の地球科学は私が研究を始めた1963年当時よりも、ずっと魅力的だと思っています。私たちはいま石油会社と緊密な関係を持っていますが、それは私たちの研究が内向的で狭いアカデミズムにかたよるのを食い止めてくれています。このようなわけで、私はいま、かつてない最高の大学院生のグループを持っており、成長する彼ら（私のほうは老化！）とともに今後20年間研究を進めていくことを非常に楽しみにしているのです。

## 1990年(第6回)日本国際賞受賞者

### 地球科学分野 共同受賞

受賞対象業績:

「プレートテクトニクスの創始とその発展に対する貢献」

## 1990 Japan Prize Laureates

### Earth Science (Joint Award)

Initiation of the theory of plate tectonics and contributions to its development



### ザビエル・ルピション博士 (フランス)

エコール・ノルマル・シュペリエール教授  
1937年生まれ。

博士は、地磁気の縞模様の幅から推定されるプレート拡大速度のブンプとトランスフォーム断層の方向を用いて、独立にプレートの相対運動を全地球にわたり解析して、海嶺での拡大に伴うプレート運動の角運動を求め、それに基づき6つの主要プレートの相対運動を定量的に求めた。これにより、これまで観測されてきた地学現象が見事に説明された。同博士はまたプレートテクトニクスの著書を著わし、世界の研究者に大きな影響を与えとともに、深海潜水艇による海嶺や海溝などの調査でも大きな貢献をした。

### Dr. Xavier Le Pichon (France)

Directeur, Département de Géologie, Ecole Normale Supérieure. Born in 1937.

Dr. Le Pichon, inspired by the work of Dr. Morgan, has independently determined plate movements over the entire surface of Earth, using ocean floor spreading velocities estimated from paleomagnetic patterns and the directions of transform faults. He has also published a book on plate tectonics which has had a great influence on earth scientists throughout the world, and has played a major role in sea-floor investigation at plate boundaries. Through these work, he has contributed greatly to the understanding of the geological nature of plate boundaries under the ocean.

# 海溝プロジェクトとプレートテクトニクス

Xavier Le Pichon

地球上では、長さ6万mに及ぶ中央海嶺系で毎年3.5kmの新しい海底が生産されています。そこで、同じだけの海底が毎年消滅しなければなりません。さもないと、地球は1000万年もたつと2倍にも膨れ上がってしまうことになるからです！ 海底の消滅は、おもに太平洋の周縁に分布する合計35,000kmにおよぶ深海溝で起こります。1967年、私は日本海溝で日本列島の下に海底が沈み込むスピードが年間8~9cm、100万年で約100kmであると計算しました。つまりパンゲア超大陸の時代（2億年前）以来、2万kmもの海底が沈み込んだこととなります！ 最近の宇宙測地技術によって、日本とハワイがまさに毎年8cmずつ近づいていることが明らかになりましたが、このことは、私たちが1967年当時想像した以上に、プレートが剛体であることを証明しています。

海底の沈み込みは、島弧の地震、津波、火山活動の原因になることがわかっています。また、日本列島が2億年におよぶ活発な沈み込みの結果であることもわかっています。しかし沈み込み現象の研究は簡単ではありません。一言でいえば、沈み込みとは、海洋の地殻とリソスフェアが、地球内部つまりマントルの中に消え去ることです。しかし、死体のなくなってしまう犯罪をどうやって調べたらよいのでしょうか？ 沈み込みが実在し、しかも地球上で起こる最も激しいプロセスであることが、なかなか地球科学者にわかりにくかったのはこのためです。そのうえ、沈み込みは水深4~11kmの幅の狭い海溝で起こるので、海面上からの観測では、沈み込みが海底に残した痕跡を精度よく判別できません。海底近くに無人機や潜水艇を降ろし、できれば掘削も行なって調べる必要があるわけです。

「深海潜水艇を使って高精度の海溝研究をしよう」というのが1975年に奈須紀幸教授と私たちが考えた海溝計画のミソでした。日仏のチームによる日本周辺の海溝の研究が実際に行なわれるまでには、9年間もの日時を要しました。1984年と1985年、私たちは小林和男教授らと、数カ所の目標地域をまず船上から調査し、次にフランスの<sup>イフレメール</sup>Ifremer所属潜水艇ノチール号により最深6000mに達する潜水調査を27回行ないました。

日本海溝の北部は、大規模な土砂崩れを起こす急な斜面をもった巨大な侵食地形でした。巨大な海山がスムーズに沈み込む様子について、また、それが吸い込まれた時に海溝の陸側斜面に残した痕跡などが調査されました。一方、南海海溝は厚い泥で覆われており、沈み込みによってその泥が積み上げられ、「付加プリズム」と呼ぶ海底の大山脈を作っています。私たちは、この付加プリズムを伊豆半島付近で調査しました。そこでは圧縮性の変形が海溝外側のリソスフェアで起こっており、海洋地殻は“うろこ状”にはがれていました。こうしたものは、将来、日本の島に付加されることになるでしょう。

海溝計画の潜水調査で発見された注目すべき事実は、海溝壁のいたるところで起こっている液体の流出でした。それは海溝の底部近くで最も多く、陸に向かって減少しています。流出液体からの栄養によってシロウリ貝が群生しているので、液体流出地点を検出するのに役立ちました。海溝壁に付加される泥が液体で飽和されており、それが閉じ込められて圧力が高まると流出してくるのです。私たちは、この高圧力は地震のサイクルとも関係しており、液体の流出量をモニターすれば地震サイクルを理解する上で重大な手がかりにな

ることに気がつきました。いずれにしても、高液体圧は沈み込むプレートと上盤との間の摩擦を減らすので、重要な因子です。

1989年夏に行なわれた次の潜水調査航海は、全面的にこの液体の問題に集中されましたが、その理由がこれなのです。私たちは、巨大地震の発生が予測されている南海トラフ東部の一部、すなわち静岡県南方地域を精査しました。目的は多くの液体流出地点の地図を作成し、液体流出速度を測定し、液体についての収支を確定し、流出の時間変化をモニターすることでした。またごく予備的な結果しか得られてはいませんが、それでも液体流出現象が予想よりはるかに重要なものであり、液体の流出量が、沈み込む泥によって供給される水の量よりはるかに大きいことがわかっています。したがって、そこにはもっと多量の水を付加プリズムに押し込む何らかの仕組みがあるはずです。

まるまる1月間にわたる流出量のモニターも

行なわれ、有意な時間変化が見出されました。しかし「沈み込み」と呼ぶこの信じがたい程複雑なシステムが解明されるのは、まだまだ先のことです。大陸縁辺部に弾性エネルギーが次第に蓄えられ、ある時突然解放されるといふ地震サイクルと、液体流出との間には何か関係があるはずですが、それを明らかにするには、もっともっと調査とモニタリングを続ける必要があります。私は、海溝計画はこの方向へ向けてのささやかな第一歩であったと思います。沈み込みと関係した深部プロセスと、地震サイクルにかかわる深海底現象を徹底的にモニターし、理解し、モデル化することは、科学、特に日本の科学にとってきわめて重要です。この意味で、国際掘削計画(ODP)は近く重要なデータをもたらすことでしょう。しかし、さらに多くの研究をしなければならず、日本はこの分野で今後も重要な役割を果たすにちがひありません。